Beobachtungen zur Biologie von *Aglia tau* (Linnaeus, 1758) im Freiland (Lepidoptera: Saturniidae, Agliinae)

Martin Beeke, Ulrich Brosch, Rudolf E. J. Lampe und Wolfgang A. Nässig[1]

Martin Beeke, Zum Wasserwerk 19, D-32479 Hille; E-Mail: beekehille@saturniidae-mundi.de
Ulrich Brosch, Mühlenstraße 22, D-32479 Hille; E-Mail: ulrich.brosch@saturniidae-mundi.de
Rudolf E. J. Lampe, Laufertorgraben 10, D-90489 Nürnberg
Dr. Wolfgang A. Nässig, Entomologie II, Forschungsinstitut Senckenberg, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt/Main;
E-Mail: wnaessig@sng.uni-frankfurt.de

Zusammenfassung: Details zur Präimaginalentwicklung von *Aglia tau* (Linnaeus, 1758) im Freiland werden dargestellt. Die Eiablage kann von der niedrigen Strauchschicht bis in die Kronen erfolgen; dementsprechend findet die Raupenentwicklung in allen Waldschichten statt. Die Raupe frißt auf allen möglichen Laubbäumen; ihre scheinbare Bindung an die Buche in Mitteleuropa ist nur eine postglaziale zufällige Übereinstimmung in allgemeinökologischen Präferenzen. *A. tau* dürfte auch heute noch über die südliche boreale Taiga ein geschlossenes Verbreitungsgebiet vom Altantik bis zum Pazifik haben. Die Imagines sind strikt getrennt in ihrer natürlichen Flugaktivität (♂♂ tagaktiv, ♀♀ nachtaktiv); nur durch externe Störungen, insbesondere menschliche Einflüsse kommt es gelegentlich zu Ausreißern dabei.

Notes on the life habits of *Aglia tau* (Linnaeus, 1758) in the wild (Lepidoptera: Saturniidae, Agliinae)

Abstract: The live history of *Aglia tau* (Linnaeus, 1758) is discussed. Ova are probably deposited in all forest strata, from youngest trees and the bark of lower parts of old trees to twigs in the canopy. Larval development, therefore, can also take place in all strata. Larval foodplants are deciduous trees; a few additions to the broad food spectrum from observations of larvae on *Ulmus* (Ulmaceae) are provided. The larva is not at all dependent on *Fagus* (Fagaceae); in contrast, most of the distribution area of *A. tau* is far outside the range of *Fagus* trees. Even in the southern parts of the boreal taiga (for example, in Finland up to the 64th degree of northern latitude) *A. tau* is able to maintain stable populations; therefore, we think that the species still has a more or less continuous distribution range from the Pyrenees to the Pacific coast in East Asia, in spite of the fact that the zone of deciduous forest is interrupted in Central Asia. Thus the Central European combination of *A. tau* and *Fagus* forests is no more than a non-essential postglacial coincidence caused by similar ecological abilities of both species. Under optimal conditions, the larvae have only three larval moults, i.e., four larval instars. However, when the conditions become suboptimal, there appears to be a strong tendency towards an additional instar. Imaginal activity is sexually dimorphic; under natural conditions, males fly during daytime only, when females excrete their pheromones and mating takes place; the females deposit their ova during the night. The presence of males at artificial lights is caused only by the short-wavelength light of modern collecting equipment and other anthropogenous disturbance effects. No flight of ♂♂ and no pairings do occur at night under natural conditions.

Keywords: Lepidoptera, Nymphalidae, Saturniidae, Agliinae, *Aglia tau*, *Polygonia c-album*, larval development, behaviour, forest stratum, diurnal flight pattern.

Einleitung

Beim Studium der umfangreichen Angaben über *Aglia tau* (Linnaeus, 1758) in der Literatur, gerade in sogenannten „Standardwerken“ der letzten 150 Jahre, fiel uns auf, daß neben einer Vielzahl von mehr oder weniger detaillierten (und stets zutreffenden?) Angaben über Freilandbeobachtungen der Imagines und teilweise auch Zuchten dieser auffälligen, auch teilweise tagaktiven paläarktischen Saturniide kaum Beobachtungen zur Larvalbiologie im mitteleuropäischen Freiland zu finden sind. Nach Warnecke (1934), der sich sehr ausführlich (und auch durchaus heute noch lesenswert) mit der vermutlichen postglazialen Einwanderung und der angeblichen „Buchenstetigkeit“ von *Aglia tau* in Europa befaßt und auch etliche hochinteressante ökologische Angaben bringt, waren es lediglich Bergmann (1953: 308), der berichtet, daß Raupen im Selketal bei Ballenstedt im Harz gesammelt wurden, sowie besonders Ebert (1994), der detaillierte Angaben zu den verschiedenen Raupenaufsammlungen in Baden-Württemberg macht. Die beiden letzten Autoren geben auch präzise Hinweise, daß die Raupen nicht ausschließlich im kaum zugänglichen Kronenbereich von Buchen zu finden sind, wie es von manchen anderen Autoren (zum Beispiel Sauer 1982: 115; eine ursprünglichere Quelle für diese in einer Publikation explizit ausgesprochene Vermutung konnten wir bisher nicht ausfindig machen, obwohl das viele Autoren „zwischen den Zeilen“ vorauszusetzen scheinen) angenommen wird. Ebert zitiert außerdem noch mehrere Funde von Eiern an der Stammbasis der Rotbuche *Fagus sylvatica* L. Er bezweifelte jedoch, daß aus solchen Eiern geschlüpfte Räupchen überleben.

Zu den von den Raupen im Freiland genutzten Nahrungspflanzen sind bei Ebert (1994) für Baden-Württemberg die folgenden Arten aufgeführt:

Salweide (*Salix caprea* L., Salicaceae), Hängebirke (*Betula pendula* Roth, Betulaceae), Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.), Stieleiche (*Quercus robur* L., beide Fagaceae), kultivierter Apfelbaum (*Malus domestica* Borkh.), Weißdorn (*Crataegus* spec.), Vogelkirsche (*Prunus avium* L., alle Rosaceae), Bergahorn (*Acer pseudoplantanus* L., Aceraceae), Sommerlinde (*Tilia platyphyllos* Scop., Tiliaceae). Zusätzliche Literaturhinweise lagen ihm zu Seidelbast (*Daphne mezereum* L., Thymelaeaceae) und Erle (*Alnus* spec., Betulaceae) vor. Marttila et al. (1990) fügen zu

[1] 52. Beitrag zur Kenntnis der Saturniidae.

diesem Spektrum noch *Sorbus* (wohl *aucuparia* L., Rosaceae) hinzu.

Weitere, unter Zuchtbedingungen akzeptierte einheimische Raupenfutterpflanzen sind Öhrchenweide (*Salix aurita* L.), Bruchweide (*Salix fragilis* L., Salicaceae) und Hasel (*Carpinus betulus* L., Corylaceae) (cf. Friedrich 1983, botanische Nomenklatur für einheimische Pflanzen in Anlehnung an Wisskirchen & Haeupler 1998).

Stone (1991) führt in seinem Werk über die Futterpflanzen der Saturniiden des weiteren die nicht in Deutschland beheimateten Arten *Alnus japonica, Alnus cremastogyne, Betula platyphylla* (alles Betulaceae), *Corylus heterophylla* (Corylaceae), *Castanea crenata, Fagus crenata, Fagus longipetiolata, Quercus dentata, Quercus serrata* (alles Fagaceae), *Juglans regia* (Juglandaceae) sowie *Ilex verticillata* (Aquifoliaceae) auf, ohne zwischen Labor- und Freilandbefunden zu unterscheiden, die Zuverlässigkeit der Angaben überhaupt zu charakterisieren und die jeweiligen Überlebens- und Mortalitätsraten auf den Futterpflanzen anzugeben.

Die folgenden Fragen — unter anderen — sind in der bisherigen Literatur nicht befriedigend geklärt:

1. Wo erfolgt die Eiablage?
2. Wo leben also die Raupen: im Kronenraum alter, hoher Bäume oder in niedrigeren Höhen in Jungwuchs und Stammausschlägen?
3. Wie breit ist das Nahrungsspektrum der Raupe, und in welchen Biotoptypen kommt die Art vor (auch im Zusammenhang mit der Größe des Gesamtverbreitungsgebiets)?
4. Wie viele Raupenstadien gibt es insgesamt, 4 oder 5?
5. Darüber hinaus sind noch Fragen zum diurnalen Flugrhythmus von *Aglia tau* wieder in die Diskussion gekommen, weil in den letzten etwa 20–30 Jahren vermehrt Beobachtungen über nachts an modernen Lichtfangeinrichtungen anfliegende ♂♂ zusammengekommen sind.

Ergebnisse

Im Rahmen von Freilanduntersuchungen zum Fortpflanzungsverhalten und den saisonalen Formen des C-Falters *Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758) (Nymphalidae; Publikation von Hildenhagen & Brosch in Vorbereitung) konnten in den Jahren 1990–1997 auch des öfteren Raupenfunde vom Nagelfleck *Aglia tau* registriert werden, die einerseits Eberts Angaben bestätigen und zudem zwei weitere, bisher für Deutschland nicht ausdrücklich gemeldete Futterpflanzen aus der Gattung *Ulmus* belegen.

Eines der regelmäßig und mehrfach in jedem Jahr untersuchten Gebiete befindet sich am Südhang des Wittekindsberges (im Wiehengebirge) nahe Gut Wedigenstein (Kreis Minden-Lübbecke, Stadt Porta Westfalica, nahe der Weser, R 34.93200, H 57.90100). Es handelt sich dabei um einen degenerierten Orchideen-Buchenwald, der teilweise in einen Ahorn-Linden-Wald übergeht, auf Wiehengebirgssandstein, Korallenoolith und Hersumer Schichten des oberen Juras (Malm). Die Hanglage weist zahlreiche Wärmeinseln auf. Dieser botanisch sehr interessante Bereich am äußersten nordwestlichsten Rande des Verbreitungebietes des Frauenschuhs (*Cypripedium calceolus* L., Orchidaceae) hat sich in den vergangenen Jahrzehnten leider sehr negativ entwickelt, so daß auch diese noch von Runge (1972) für den Wittekindsberg aufgeführte Orchideenart im Untersuchungsgebiet schon seit Jahren nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Dennoch kann die entomologische und botanische Bedeutung des Gebietes für die Region nicht hoch genug eingeschätzt werden.

Im Rahmen der Untersuchungen wurde die Randvegetation des Wegesystems mehrfach im Jahr zu den Fortpflanzungszeiten der verschiedenen Generationen systematisch auf Raupen von *Polygonia c-album* abgesucht. Diese durch Vogelkotmimese gut getarnten Raupen bevorzugen im Untersuchungsgebiet junge Bäume der Bergulme *Ulmus glabra* Huds. mit einer Höhe von maximal 3–4 m. Raupen des C-Falters sind aber auch an vereinzelt eingestreuten Feldulmen (*Ulmus minor* Mill., Ulmaceae) sowie auf Hopfen (*Humulus lupulus* L., Cannabaceae) zu finden. Durch diese intensive Suche nach *P. c-album* wurden in den vergangenen Jahren auch mehrfach Raupen von *Aglia tau* im 1. und 2. Raupenstadium gefunden, zum Teil sogar gemeinsam mit *P. c-album* auf derselben Pflanze. Neben den beiden vorgenannten Ulmenarten konnte am Wittekindsberg lediglich die Rotbuche als weitere Futterpflanze unseres einheimischen Augenspinners belegt werden; auf Hopfen wurden keine Raupen von *A. tau* gefunden. Die Raupensuche auf Blättern an den äußeren unteren Astbereichen älterer Ulmen und Buchen blieb bei beiden vorgenannten Arten bisher erfolglos. Auch der obengenannte Hinweis auf einen Raupenfund auf Rotbuche bezieht sich auf einen jungen Baum (< 3 m hoch).

Des weiteren wurde 1992 zum Ende des Monats Mai auf dem Stamm einer älteren Rotbuche auf Augenhöhe eine kleine Gruppe einzeln abgelegter Eier am Wittekindsberg fotografisch dokumentiert und anschließend eingesammelt. Die auffälligen Räupchen von *A. tau* schlüpften wenige Tage später und verpuppten sich nach 4 Larvalstadien in einem unvollständigen Gespinst. Insofern kann Eberts Vermutung, daß Eiablagen an der Stammbasis nicht so selten sind, auch nach unserer Erfahrung bestätigt werden.

Die lepidopterologische Begleitfauna von *Aglia tau* und *Polygonia c-album* umfaßt am Wittekindsberg (bei Porta Westfalica) neben den sogenannten häufigeren Arten auch *Argynnis paphia* (Linnaeus, 1758), *Issoria lathonia* (Linnaeus, 1758), *Nymphalis polychloros* (Linnaeus, 1758), *Nymphalis antiopa* (Linnaeus, 1758), *Apatura iris* (Linnaeus, 1758) (Nymphalidae), *Thecla betulae* (Linnaeus, 1758), *Neozephyrus quercus* (Linnaeus, 1758), *Satyrium w-album* (Knoch, 1782) (Lycaenidae) sowie diverse Taxa

aus verschiedenen Familien der sogenannten Nachtfalter (beispielsweise *Callimorpha dominula* (Linnaeus, 1758), Arctiidae), die für die Region von besonderer faunistischer Bedeutung sind (Nomenklatur nach Karsholt & Razowski 1996 beziehungsweise Gaedike & Heinicke 1999).

In einem benachbarten Fluggebiet, dem Südhang des Stemweder Berges (Kreis Minden-Lübbecke, Gemeinde Stemwede, Nähe Dümmer See), konnten — bei gelegentlichen Kontrollen — in den Saumbiotopen in niedrigen Wuchshöhen keine Raupen gefunden werden. Dieses Fluggebiet zeichnet sich durch einen kompakten Buchenhochwald auf sandigem, glaukonitischem Kalkstein der Oberkreide (Campan) aus, der zum Teil Überlagerungen von Grundmoränen und Sandlöß aufweist. Da kaum Sonnenlicht auf den Waldboden fällt, ist dieser — von Störstellen abgesehen — frei von Unterholz. Dort (R 34.61600, H 58.11400) konnte am 10. v. 1992 an einem etwa 15 cm hohen Buchenkeimling eine Kopula beobachtet werden. Im Umfeld befand sich ausschließlich Falllaub; der nächste Hochstamm befand sich etwa in 10 m Entfernung.

Ein weiterer Raupenfund in etwa 1,70 m Höhe an den unteren Ästen eines jungen Baumes von *Alnus incana* L. (Grauerle, Betulaceae) von etwa 4–5 m Wuchshöhe im Kärntner Lesachtal (Österreich) auf etwa 1000 m ü. NN. in einer Gruppe von Jungbäumen entlang der Gail im Juli 1970 wurde bereits von Nässig (1983: 67) publiziert. Die erwachsene Raupe fraß dort tagsüber. Nur wenige Dutzend Meter davon entfernt begann der Hangwald, der dort hauptsächlich aus Fichten besteht, die aber bereits mit Buchen untermischt sind; weiter unten im Tal sind dann auch flächige Buchen-Bergahorn-Tannen-Fichten-Mischwälder auf den Hängen.

Diskussion

Wo erfolgt die Eiablage?

So elegante und kraftvolle Flieger die männlichen Falter sind, so wenig mobil scheinen die weiblichen Falter anfänglich zu sein. Beim Schlupf weiblicher Zuchtfalter konnten wir beobachten, daß selbst das Erklettern von Gaze für einige ♀♀, die noch keine Eier abgelegt hatten, eine kaum zu bewältigende Aufgabe war. Es liegt deshalb nahe, daß die geschlüpften weiblichen Falter möglichst rauhe, „griffsichere“ Unterlagen benötigen.

Aus Zuchten verschiedener Saturniiden ist uns bekannt, daß weibliche Falter sich in der ersten Eiablagenacht oft nur flatternd auf einer vertikalen Unterlage, nämlich den Flugkäfigwänden, fortbewegen. Richtige Flugaktivitäten setzen oft erst in der zweiten Ablagenacht ein, wobei dann die Eier von *A. tau* sicherlich eher im Kronenraum abgelegt werden dürften.

Es wäre also nicht ungewöhnlich, wenn die ♀♀ nach dem Schlupf, der meist vormittags erfolgt, am Fuß von Stämmen älterer Bäume mit rauher, grober Rinde oder auch an wenigen Zentimeter hohen Jungpflänzchen die Flügel entfalten und dann dort kopulieren (die ♀♀ fliegen mit Sicherheit nicht bis in die Kronen hinauf, bevor sie Pheromone abgeben und begattet werden; auch die ♂♂ fliegen nicht im Kronenraum alter Bäume, siehe Füldner 2000), nach erfolgter Kopula einige Eier ablegen und sich dann den Stamm in die Krone hinaufarbeiten, um weitere Eier abzulegen. Weibliche Falter, die in der bodennahen Vegetaton kopuliert haben, müßten — weil am ersten Ablageabend anfangs nur schlecht flugfähig — zunächst bevorzugt in Bodennähe beziehungsweise in der Strauchschicht ablegen. Das könnte erklären, daß — je nach Vegetationshöhe und Biotoptyp — die Raupen sich entweder in niedriger Höhe in Jungbäumen oder (in der Regel wohl unentdeckt) im Kronenbereich aufhalten. Die Raupen selbst scheinen auf jeden Fall nicht zwingend Kronenbereiche zu bevorzugen. In Hallenbuchenwäldern wird ihnen jedoch kaum eine andere Wahl bleiben.

Wo also leben die Raupen?

Unterstellt man, daß die ♀♀ sich tatsächlich so wie oben beschrieben verhalten, so ist leicht erklärbar, wieso es sowohl Ei- und Raupenfunde am Fuß von Altbäumen und auf Jungbäumen in geringer Höhe gibt als auch deutliche Hinweise auf kronenlebende Raupen (siehe etwa Füldner 2000, der auch generelle Freilandbeobachtungen zur Biologie der Präimaginalstadien gibt). *Aglia tau* nutzt im Larvenstadium die Höhenschichtung des Kronenraums des Waldes offenbar voll aus.

Wie breit ist das Nahrungs- und Biotopspektrum der Art im Gesamtverbreitungsgebiet?

Spätestens seit Warnecke (1934) sollte bekannt sein, daß *Aglia tau* keineswegs auf das Vorkommen von Buche angewiesen ist; im Gegenteil, die Art *A. tau* ist sogar im weitaus überwiegenden Anteil ihres asiatischen Verbreitungsgebiets überhaupt nicht mit *Fagus* vergesellschaftet. Wenn also Weidemann & Köhler (1996) — und viele andere sinngemäß — schreiben, die Art sei „eine Leitart von Rotbuchenwäldern (Fagion)“, so trifft dies nur sehr eingeschränkt, nämlich speziell im westmitteleuropäischen Raum, zu. In diesem Areal überlappen die ökologischen Optima beider Arten (von Nagelfleck wie Buche) breit. Hingegen ist die Buche in Westeuropa insgesamt weiter verbreitet als *A. tau*, während ihre Ostgrenze schon in Polen und Rumänien verläuft und sie nur im Süden noch etwa bis zum Kaukasus vorkommt.

Die scheinbare enge Korrelation zwischen der Buche und dem Nagelfleck ist in Mitteleuropa eine rein postglaziale und zufällige Übereinstimmung, die keineswegs gegenseitig kausal verknüpft ist. In jedem Fall ist der Nagelfleck eine Waldart, die wohl besonders die lichten, parkähnlichen Waldtypen bevorzugt, aber durchaus auch in geschlossenen Hallenwäldern oder dichten Jungwäldern vorkommen kann, wobei die Anwesenheit von Nadelbäumen sich so lange nicht negativ auswirkt, wie noch hinreichend viele Laubbäume als Futterpflanzen (gegebe-

nenfalls auch nur im Unterholz) vorhanden sind.

A. tau ist generell offenbar ein Bewohner von Laub- und Laubmischwäldern in sommerfeuchten, mesophilen Klimabereichen in weiten Teilen der gemäßigten, sommergrünen Laubwaldzone der Paläarktis, ziemlich unabhängig davon, was die vorkommenden Laubbaumarten dort sind und ob *Fagus* darunter ist. Selbst in Zonen des natürlichen Vorkommens von Nadelwäldern im Süden (zum Beispiel von *Pinus sylvestris* und *P. nigra* [Pinaceae] in Slowenien und Nordkroatien) kann die Art leben, sofern genügend sommergrüne Laubbäume (und sei es nur im Unterholz) darin eingestreut sind (Nässig 1983). Nur in die Eumediterraneis mit ihren Hartlaubhölzern scheint die Art nicht hineinzugehen; im Mittelmeerraum beschränken sich die Vorkommen auf eher mesophile, auch im Sommer feuchte Gebirgslagen (siehe zum Beispiel Bertaccini et al. 1994: 156–157). Inwieweit die Angaben bei Rougeot (1971), daß *A. tau* auch im iranischen Elbursgebirge (Lahidjan in der Provinz Gilan sowie Provinz Mazanderan) fliegen soll, richtig sind, konnte bisher nicht zuverlässig bestätigt oder widerlegt werden; Ebert (Karlsruhe, pers. Mitt.) hält diese Meldungen für zweifelhaft, und seit Nässig (1981) sind keine neuen Erkenntnisse darüber bekanntgeworden. Rein klimatisch könnten die Nordabhänge des Elburs, die wegen der Nähe zum Kaspischen Meer auch im Sommer Regen erhalten, durchaus für *A. tau* als Lebensraum geeignet sein. Auffällig ist bisher auch das Ausbleiben von zuverlässigen Fundnachweisen von *A. tau* aus der Nordtürkei (auch das Pontische Gebirge erhält Sommerregen!) und dem Kaukasus (siehe Nässig 1981).

Potentielle Freilandfutterpflanzen der Raupen dürften (je nach Gegend) wohl die meisten holzigen, sommergrünen Laubbäume und -sträucher in Waldbiotopen sein (siehe das oben zitierte Spektrum von Pflanzenfamilien).

Es bleibt die Frage zu klären, ob *Aglia tau* auch heute noch im Bereich der Verbreitungslücke dieser sommergrünen, mesophilen Laub- und Laubmischwälder in Zentralasien (ungefähr zwischen dem Oberlauf des Ob bei Novosibirsk und dem Oberlauf des Amur in der Inneren Mongolei) vorkommt oder ob im Verlauf der nacheiszeitlichen Vegetationszonenverschiebungen dort eine Verbreitungslücke aufgetreten ist.

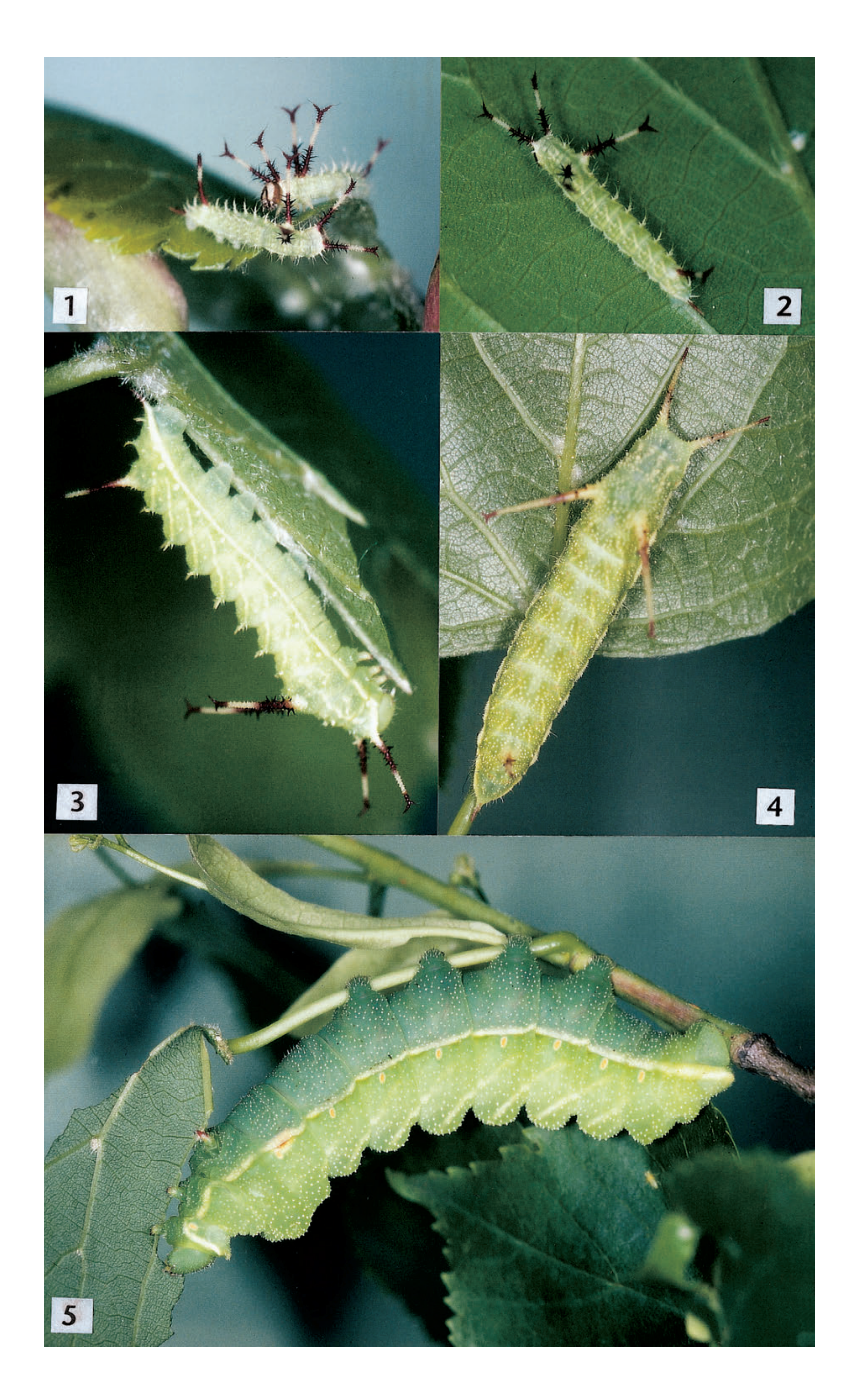
Aglia tau ist nämlich auch in der Lage, beispielsweise an gewässerbegleitenden Birken, Erlen und anderen eingestreuten Laubbäumen (etwa Ebereschen) in der südlichen borealen Nadelwaldzone zu leben. Nach Marttila et al. (1990) kommt *A. tau* in Süd- und Zentralfinnland bis auf fast 64° n. Br. sehr wohl regelmäßig vor, und sein europäisches Verbreitungsgebiet ragt damit voll in die Taiga, den borealen Nadelwaldgürtel, hinein. Es ist also zumindest sehr wahrscheinlich, daß *A. tau* auch in Zentralasien heute noch ein durchgehendes Verbreitungsareal innerhalb der südlichen Taiga zeigt. In jedem Fall dürfte die Art auch heute zumindest zwischen den Pyrenäen und dem Ob-Oberlauf in Sibirien sowie zwischen dem Amur-Oberlauf und der Pazifikküste (Rußland: Primorje [von dort wurde unnötigerweise eine ssp. *amurensis* Jordan in Seitz, 1911 beschrieben], Mandschurei, Korea [Park et al. 1999]) ein praktisch geschlossenes Verbreitungsgebiet aufweisen; vermutlich kommt sie auch dazwischen vor und hat damit ein geschlossenes asiatisches Verbreitungsareal.

Das Vorkommen in China muß als noch weitgehend ungeklärt betrachtet werden; die chinesische Literatur muß wegen der vielen Verwechlungen und Fehler mit großer Vorsicht ausgewertet werden. Zum Beispiel Zhu & Wang (1993, 1996) nennen für „*Aglia tau amurensis*“ (damit meinen sie die echte *A. tau*) die Provinzen Mandschurei (Heilongjiang), Jilin, Liaoning und Shaanxi; jedoch führen sie „*A. tau ferenigra*“ (womit sie in Wirklichkeit *Aglia homora* Jordan, 1911 meinen!) für die Provinzen Sichuan, Qinghai und Shanxi, jedoch nicht zum Beispiel für Shaanxi auf, von wo (Taibaishan im Tsinlingshan) besonders in letzter Zeit einiges Material dieser Art nach Europa gekommen ist.

Über diese Riesenstrecke quer über den eurasiatischen Kontinent, zwischen der Atlantikküste und der Pazifikküste, sind jedenfalls keine geografisch begrenzten morphologischen Unterschiede festzustellen und keine voneinander abgrenzbaren Unterarten zu definieren. Exemplare aus dem jeweiligen Süden ihres Areals sind durchschnittlich größer als ihre nördlich anschließenden Verwandten; dies hat in Europa zur Beschreibung von allein 3(!) völlig unnötigen Unterarten nur aus den französischen und spanischen Pyrenäen geführt (siehe Rougeot 1965, 1971, Gómez Bustillo & Fernández-Rubio 1976, Gómez Bustillo 1980), die inzwischen bereits völlig zu Recht wieder synonymisiert wurden (de Freina & Witt 1987, Vives Moreno 1994). Stücke aus dem Südural (vide W.A.N. im Zoologischen Museum in St. Petersburg, Rußland) sind jedenfalls mindestens genausogroß wie solche aus den Pyrenäen. Die Größe der Falter dürfte, weil primär wohl klimabedingt, neben der geografischen Breite auch von der Höhe des Vorkommens im Gebirge abhängen.

Das Auftreten von melanistischen Formen (die bekanntesten: forma *ferenigra* mit verschwärztem Außenbereich der Flügel, forma *melaina* fast ganz schwarz; daneben insbesondere noch aus Zuchten stammende Varianten dieser Formen) scheint auch im gesamten Verbreitungsgebiet als individuelle Aberration vorzukommen.

Farbtafel, Abb. 1–5: Raupen von *Aglia tau*. Aufnahmen von einer Zucht durch R. E. J. Lampe an *Tilia* sp. (Malvaceae beziehungsweise Tiliaceae, Linde) als Futter. **Abb. 1–2:** L_1-Raupen. Abb. 1 frisch geschlüpft (gut zu sehen auch der helle Kopf mit dem braunen Rand und der „Gesichtszeichnung“), Abb. 2 schon kurz vor der ersten Häutung. **Abb. 3:** L_2. Die langen Scoli sind immer noch kräftig rot-weiß geringelt und zweispitzig, aber die kleinen weißen Scoli auf den anderen Segmenten sind gegenüber der L_1 deutlich reduziert. **Abb. 4:** L_3, vorletztes Stadium. Die dorsalen Scoli auf Pro- und Metathorax, A8 und dem Nachschieber sind nur noch undeutlich und flau geringelt (aber zumindest teilweise immer noch zweispitzig!), die Scoli auf den übrigen Segmenten sind fast ganz reduziert. **Abb. 5:** L_4, letztes Stadium. Alle Scoli jetzt vollständig reduziert. — Fotos R. E. J. Lampe.


1
2
3
4
5

Die f. *melaina* scheint nur in einigen Gegenden direkt nördlich der Alpen (nördliches Österreich, Nordschweiz) etwas häufiger aufzutreten; die f. *ferenigra* hingegen ist regelmäßig in einem bestimmten Anteil in vermutlich allen Populationen vertreten.

Auf der Inselkette vor der sibirisch-mandschurischen Küste, vom Süden Sachalins über die japanischen Hauptinseln hinweg, findet sich dann die Schwesterart von *Aglia tau*, *A. japonica* Leech, 1888 (siehe Inoue et al. 1982, Dubatolov 1991), die offenbar, zusätzlich zu dem Meeresarm zwischen Sibirien und Sachalin, noch durch eine fast baumfreie, zur Besiedlung durch *Aglia*-Falter weitgehend ungeeignete Klimazone in Nordsachalin von *A. tau* isoliert ist. *A. tau* und *A. japonica* sind in ihren ökologischen Bedürfnissen und ihrem Verhalten wohl recht ähnlich, genauso wie in ihrer Morphologie (Larvalmorphologie siehe Sugi et al. 1987). Die Schwesterart dieser beiden Taxa und dritte Art der Gattung und der Unterfamilie ist dann *A. homora* Jordan, 1911 in Mittelchina (etwa Taibaishan im Tsinlingshan, Shaanxi), von deren Ökologie und Präimaginalmorphologie wir fast gar nichts wissen; vermutlich sind bei dieser Art beide Geschlechter nachtfliegend. In Shaanxi scheinen im Taibaishan *A. tau* und *A. homora* sympatrisch und synchron vorzukommen (A. Schintlmeister, pers. Mitt. 1999).

Wie viele Raupenstadien gibt es insgesamt, 4 oder 5?

Die überwiegende Angabe in Literaturquellen und unsere eigenen Erfahrungen mit gesunden, gut laufenden Zuchten ergeben, daß *A. tau* im Regelfall in der Zucht nur drei Raupenhäutungen durchmacht, also nur 4 Raupenstadien hat. Inwieweit die Entwicklung wegen ungünstiger Umstände während der Zucht oder chronischer Infektionen mit Darmparasiten (etwa Sporozoiten) in Einzelfällen durch ein (eventuell sogar mehr als eines?) „eingeschobenes“, zusätzliches Stadium individuell verlängert werden könnte, geht aus unseren Protokollaufzeichnungen leider nicht eindeutig hervor; die Möglichkeit besteht jedenfalls, und manche Züchter behaupten, sie hätten immer 5 Stadien beobachtet — wenn es sich dabei nicht um Beobachtungsfehler handelt, muß man annehmen, daß in diesen Fällen jeweils Zuchten unter suboptimalen Bedingungen vorlagen.

Die Abbildungen bei Weidemann & Köhler (1996: 147/148) sind insofern falsch beschriftet, als daß die Abb. S. 148 oben nicht eine L_2, sondern eine L_1 darstellt (erkennbar unter anderem am hellbräunlichen Kopf mit dunkler Zeichnung); die folgenden Bilder dürften dann L_2 und L_3 sein, und die Aufnahme der Raupe ohne „Hörner“ auf S. 147 (rechts unten) zeigt in jedem Fall eine ausgewachsene Raupe (L_4?).

Das erste Raupenstadium (Abb. 1, 2; siehe auch Marttila et al. 1990: 40) hat einen hellbraunen Kopf mit dunkler Zeichnung und an der Spitze geteilte, rotweiße Scoli mit deutlichen Borsten auf T1 und T3 (dorsal paarig) sowie A8 (unpaarig mediodorsal) sowie andeutungsweise am Körperende medial auf der Afterklappe, dazu kommen aber noch deutlich kürzere, helle Scoli mit Borsten auf den meisten anderen Körpersegmenten. Ab der ersten Häutung (L_2, Abb. 3) wird der Kopf grün; die kleineren Scoli sind schon so gut wie verschwunden, die Borsten auf den großen Scoli sind deutlich schwächer ausgebildet und unscheinbar, aber noch nicht ganz reduziert. Der Unterschied zwischen L_2 und L_3 (Abb. 4) ist (außer in der Größe) gering. Er zeigt sich in der Hauptsache in der Ausformung der Scoli, und die Scoli werden relativ zur Körpergröße immer kleiner; außerdem ist der Farbkontrast in den Scoli verringert: das Weiß wird eher gelblich oder grünlich, das Rot eher schwach und durchscheinend orange oder rötlich, insgesamt sind die Scoli bei älteren Raupen eher flau gefärbt. Im letzten (4.) Stadium (Abb. 5) dann sind die Hörner ganz verschwunden. Die lateralen orangefarbenen Flecke auf A1 oberhalb der subspiraculären, gekielten Laterallinie entwickeln sich ab L_2 oder L_3; bei der ausgewachsenen L_4 sind es recht auffällige, innen dunkelorange- bis -rotbraune Flecken (Abb. 5; siehe auch Marttila et al. 1990: 143), die bei Störung noch zusätzlich, vermutlich durch Innendruckerhöhung im vorderen Körperabschnitt, ausgestülpt werden. Drüsiges Gewebe im ausstülpbaren Bereich konnte bei Beobachtung unter dem Binokular und mechanischer Reizung bisher nicht festgestellt werden.

Wenn es unter suboptimalen Zuchtbedingungen 5 Raupenstadien gibt (was bei *Aglia tau* anscheinend häufiger vorkommt), so ist nach Züchteraussagen auch in diesem Fall stets das letzte Stadium ohne Hörner. Das vorletzte Stadium scheint hingegen immer Hörner zu haben; anderslautende Aussagen von einigen Züchtern konnten nicht sicher belegt werden.

Im Gegensatz zu der Angabe bei Sauer (1982: 115) leben die Raupen in keinem Stadium „gesellig“; sie sind stets einzelnlebend, jede Raupe verteidigt ihr kleines „Territorium“ von Sitzplatz gegen Störungen, und sie können sich, im Gegenteil, in der Zucht bei Massenhaltung sogar erheblich gegenseitig beeinträchtigen und durch dauernde Störungen unter Streß setzen. Die frisch geschlüpften Eiraupen spinnen auf glattem Untergrund oft einen Seidenfaden als Sitz- und Laufunterlage, in dem sich andere Raupen mit den Scoli verheddern können. Außerdem beißen sich die Raupen in der Zucht als Regelfall mit den Abwehrreaktionen die Scolispitzen gegenseitig ab, so daß kaum eine Raupe aus der Zucht in späteren Stadien noch vollständige Scoli (mit gegabelter Spitze bis ins vorletzte Stadium!) vorweisen kann.

Anmerkung zum Imaginalflugverhalten

Beide Geschlechter können im Prinzip sowohl am Tag fliegend wie in der Nacht zum Licht kommend beobachtet werden. Trotzdem sind im Flugverhalten erhebliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern festzuhalten:

Das „Flugverhalten“ der ♀♀ im Freiland scheint sich tagsüber nur auf zwei Fälle zu beschränken: Erstens gelegentlich Falter, die sich aus der Krone eines Baumes zum

Boden fallen lassen (eventuell durch Wind oder Wirbeltiere aufgescheucht?) und dabei die Flügel ausbreiten; dies ist aber eher ein „gebremster Fall“, jedenfalls kein richtiger Kraftflug. Zweitens Falter (jedoch im Regelfall nicht frisch geschlüpfte!), die durch massive Störung (beispielsweise beim Hantieren mit dem Puppenkasten) aufgescheucht werden, sich warmzittern und dann auffliegen.

Die natürliche Hauptflugaktivität der ♀♀ ist also definitiv auf die Nacht beschränkt.

Die ♀♀ wurden bisher unter Zuchtbedingungen nur tagsüber in Lockstellung, mit ausgestülpter Pheromondrüse am Ovipositor, beobachtet; nachts konnte dies mit der Taschenlampe bei virginellen ♀♀ noch nicht festgestellt werden.

Die ♂♂ sind tagsüber regelmäßig bei warmem, meist sonnigem Wetter im Flug zu beobachten; gleiches gilt für die Zucht. Aus Zuchtbeobachtungen und dem Anleuchten von fliegenden Faltern im Wald bei Nacht (wobei ausschließlich ♀♀ beobachtet werden konnten) ist zu entnehmen, daß die ♂♂ von *A. tau* ohne vorherige Störung oder Lichtbeeinflussung in Puppenkästen im Freiland bei Dunkelheit **nicht** natürlicherweise fliegen — auch nicht in Gegenwart von ♀♀; es kann jedoch vorkommen, daß die ♀♀ beim Eiablageflug (oder auch andere nachtaktive Falter im selben Käfig) die ♂♂ aufscheuchen. Es ist deswegen zu vermuten, daß der relativ regelmäßige (meist sogar in größeren Stückzahlen als die ♀♀) Anflug von ♂♂ an Leuchtanlagen im Laubwaldbereich (siehe etwa Füldner 2000: 314–315) nur darauf zurückzuführen ist, daß die Tiere, die im Sichtbereich der Lichtquelle sitzen, direkt durch das helle, UV-haltige Licht aufgestört werden und nur deswegen gezielt zur Lichtquelle anfliegen — es kommen ja in der Regel auch deutlich weniger ♂♂ nachts zum Licht, als tagsüber im selben Wald zu beobachten sind. Ähnliche Beobachtungen sind auch von verschiedenen anderen sonst tagaktiven Arten (auch vereinzelt bei Tagfaltern) bekannt.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist auch das Faktum, daß aus den Zeiten **vor** der Verwendung UV-haltiger elektrischer Lichtquellen (siehe etwa bei Bergmann 1953!) kaum Meldungen über das Auftreten von ♂♂ beim Lichtfang an Karbid-, Petroleumdruck- oder Gasglühstrumpflampen vorliegen; erst seit der Verwendung von kurzwelligen, UV-haltigen Lampen (HQL, Misch- und Schwarzlichtlampen, superaktinischen oder Schwarzlichtröhren etc.) sind auch ♂♂ in größeren Stückzahlen beim Lichtfang verbürgt. Auch ist zu beobachten, daß die ♀♀ beim Lichtfang schon ab der späten Dämmerung auftreten, während die ♂♂ erst später kommen und gelegentlich quasi „zu Fuß“ durch das Laub hüpfen und erst in Lichtnähe frei fliegen.

Das Eingehen von Kopulationen bei Nacht konnte bisher weder in der Zucht noch an Leuchtanlagen festgestellt werden, was am einfachsten wohl mit dem Mangel an weiblicher Pheromonabgabe bei Dunkelheit erklärbar wäre. Insofern wäre es auch nicht sinnvoll für ♂♂ von *A. tau,* nachts zu fliegen.

Es bleibt also festzuhalten, daß die ♂♂ in der Regel natürlicherweise **nur** tagfliegend, die ♀♀ in der Regel **nur** nachtfliegend sind; die sexuelle Anlockung und Paarung finden **nur** tagsüber, die Eiablage **nur** nachts statt. Abweichungen von dieser Regel gehen offenbar **immer** auf externe, meist anthropogene Einflüsse (Störungen, künstliches UV-haltiges Licht etc.) zurück.

Wenn die Falter (dies gilt für beide Geschlechter) tagsüber in Ruhestellung sitzen, haben sie, im Gegensatz zur überwiegenden Anzahl der anderen Saturniidae-Arten, die ihre Flügel meist dreieckig-dachförmig ± parallel zur Oberfläche des Sitzuntergrundes halten, die Flügel im Regelfall über dem Körper nach hinten zusammengeschlagen und präsentieren damit die tarnfarbige, kontrastarme Flügelunterseite, die an welkes Laub erinnert; schon Seitz (1927: 315) spricht von der einem welken Buchenblatt ähnlichen Tarnung der Hinterflügelunterseiten von tagsüber am Stammfuß zu findenden *tau*-♀♀. Die Oberseite ist wesentlich kontrastreicher und wird mit ihren Augenflecken nur bei Störungen präsentiert. Ähnliche Ruhestellungen bei Saturniidae kommen sonst nur noch in der Nearktis gehäuft vor, in den übrigen Faunenregionen sind es stets nur Einzelfälle.

Literatur

Bergmann, A. (1953): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands, Band **3.** Spinner und Schwärmer. Verbreitung, Formen und Lebensgemeinschaften. — Jena (Urania), xii + 552 S., 110 SW-Taf., 9 Farbtaf.

Bertaccini, E., Fiumi, G., & Provera, P. (1994): Bombici e sfingi d’Italia (Lepidoptera Heterocera) Volume 1. — Monterenzio (Natura–Giuliano Russo), 247 S.

de Freina, J. J., & Witt, T. (1987): Die Bombyces und Sphinges der Westpalaearktis (Insecta, Lepidoptera), Band 1. — München, 708 S.

Dubatolov, V. V. (1991): Moths from southern Sakhalin and Kunashir, collected in 1989. Part 1, Macroheterocera excluding Geometridae and Noctuidae. — Japan Heterocerists’ Journal, Tokio, **161:** 182–187.

Ebert, G. (1994): Saturniidae. — S. 104–117 in Ebert, G. (Hrsg.), Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band **4,** Nachtfalter II. — Stuttgart (Ulmer), 535 S.

Friedrich, E. (1983): Handbuch der Schmetterlingszucht. Europäische Arten. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. — Kosmos-Handbücher für die praktische naturwissenschaftliche Arbeit, Stuttgart (Franckh, W. Keller), 176 S.

Füldner, K. (2000): Anmerkungen zur Biologie und zum Verhalten des Nagelflecks *Aglia tau* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Saturniidae). — Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, Frankfurt am Main, N.F. **20** (3/4): 311–319.

Gaedike, R., & Heinicke, W. (1999): Verzeichnis der Schmetterlinge Deutschlands. — Entomol. Nachr. Ber., **Beiheft 5:** 216 S.

Gómez Bustillo, M. R. (1980): Nuevas subspecies y formas de Lepidópteros Ibéricos. — SHILAP, Revista lepidopt. **8** (31): 169–181.

——, & Fernández-Rubio, F. (1976): Mariposas de la Península Ibé-

rica, Heteroceros (I), Superfamilias: Cossoidea, Zygenoidea [sic], Bombycoidea, Sphingoidea. — Madrid (Ministerio de Agricultura etc.), 300 S.

Inoue, H., Sugi, S., Kuroko, H., Moriuti, S., & Kawabe, A. (1982): Moths of Japan, 2 Bde. [größtenteils in Japanisch]. — Tokio (Kodansha), 966 + 552 S., 392 Taf.

Karsholt, O., & Razowski, J. (Hrsg.) (1996): The Lepidoptera of Europe. A distributional checklist. — Stenstrup (Apollo Books), 380 S.

Marttila, O., Saarinen, K., Haahtela, T., & Pajari, M. (1990): Suomen Kiitäjät ja Kehrääjät. Nirkot, Villakkaat, Siilikkäät [größtenteils in Finnisch]. — Helsinki (Kirjayhtymä Oy), 384 S.

Nässig, W. [A.] (1981): Ein Beitrag zur Kenntnis der Saturniidae und der Brahmaeidae des Iran und der Türkei, Teil 2: Saturniidae. — Nachr. entomol. Ver. Apollo, Frankfurt am Main, N.F. **2** (1): 1–39.

—— (1983): Ergänzende Bemerkungen zur Verbreitung von *Aglia tau* L. in Südeuropa (Lepidoptera: Saturniidae: Agliinae). — Neue Entomologische Nachrichten **6:** 67–68.

Park, K.-T., Kim, S.-S., Tshistjakov, Y. A., & Kwon, Y.-D. (1999): Illustrated catalogue of moths in Korea (I) (Sphingidae, Bombicoidea [sic], Notodontidae). — In: Park, K.-T. (Hrsg.), Insects of Korea series **4.** — Seoul, Chunchon (Korean Research Institute of Bioscience & Biotechnology; Center for Insect Systematics), iv + 358 S.

Rougeot, P.-C. (1965): Lépidoptères printaniers des Pyrénées-Orientales. Description d'une sous-espèce nouvelle d'*Aglia tau*. — Alexanor, Paris, **4** (1): 68–70.

—— (1971): Les Bombycoides (Lepidoptera-Bombycoidea) de l'Europe et du Bassin Méditerranéen, Tome I, Lemoniidae, Bombycidae, Brahmaeidae, Attacidae, Endromididae. — Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen, Bd. **5.** — Paris (Masson), [vi] + 159 + [iv] S.

Runge, F. (1972): Die Flora Westfalens. — Münster (Westfälische Vereinsdruckerei), 550 S.

Sauer, F. (1982): Raupe und Schmetterling nach Farbfotos erkannt. — Sauers Naturführer. Karlsfeld (Fauna), 184 S., 528 Farbfotos.

Seitz, A. (1927): 11. Familie. Saturnidae [sic], Allgemeines. — S. 313–316 in: Seitz, A. (Hrsg.) (1926–1930), Die Groß-Schmetterlinge der Erde. 14. Band. Die afrikanischen Spinner und Schwärmer. — Stuttgart (A. Kernen), vii + 599 S., 80 Farbtaf.

Stone, S. E. (1991): Foodplants of world Saturniidae. — The Lepidopterists' Society, Memoir **4:** 186 S., Frontispiz.

Sugi, S. (Hrsg.), Yamamoto, M., Nakatomi, K., Sato, R., Nakajima, H., & Owada, M. (1987): Larvae of larger moths in Japan. — Tokio (Kodansha), 453 S., 120 Farbtaf.

Vives Moreno, A. (1994): Catálogo sistemático y sinonímico de los lepidópteros de la Península Iberíca y Baleares (Insecta: Lepidoptera) (Segunda Parte). — Madrid (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion), x + 775 S.

Warnecke, G. (1934): Der Nagelfleckspinner (*Aglia tau* L.) und die Buche (*Fagus sylvatica* L.). — Internationale Entomologische Zeitschrift **28** (25): 309–315.

Weidemann, H. J., & Köhler, J. (1996): Nachtfalter. Spinner und Schwärmer. — Augsburg (Naturbuch), 512 S.

Wisskirchen, R., & Häupler, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands (hrsg. vom Bundesamt für Naturschutz). — Stuttgart (Ulmer), 765 S.

Zhu Hongfu & Wang Linyao (1993): The Saturniidae of China (Lepidoptera). I. subfamily Attacinae. II. subfamily Saturniinae. — Sinozoologia **10:** 251–296.

—— & —— (1996): Fauna Sinica, Insecta vol. **5,** Lepidoptera: Bombycidae, Saturniidae, Thyrididae. — Beijing (Science Press), x + 302 S., xviii Taf.

 ISSN 0723-9912